



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen:  
②② Anmeldetag:  
④③ Offenlegungstag:

P 31 44 545.4  
10. 11. 81  
12. 8. 82

Behördeneigentum

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
17.11.80 US 207000

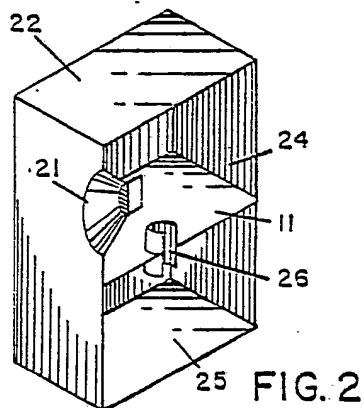
⑦① Anmelder:  
Bose Corp., 01701 Framingham, Mass., US

⑦④ Vertreter:  
Sauer, E., Rechtsanwalt., 6100 Darmstadt

⑦② Erfinder:  
Veranth, Joseph L., 01752 Marlboro, Mass., US

#### ⑤④ Lautsprechersystem

Die Erfindung betrifft einen Lautsprecher mit im wesentlichen geschlossenem Lautsprechergehäuse, in dessen Seitenwand wenigstens ein Lautsprechersystem eingebaut ist, welches einen tiefen Frequenzbereich abstrahlt. Durch eine oder mehrere Zwischenwände (11) wird das innere Volumen in wenigstens zwei Teilvolumina (24, 25) unterteilt, die durch eine Öffnung oder ein Verbindungsrohr (26) miteinander und ggf. über ein zusätzliches Rohr mit der Außenluft in Verbindung stehen. Hierdurch wird unter Ausnutzung von Resonanzerscheinungen der Frequenzgang des Lautsprechers im Bereich der tiefen Frequenzen wesentlich gleichmäßiger und die Wiedergabe merklich verbessert. (31 44 545)



10.11.81

3144545

BOSE CORPORATION, 100 The Mountain Road, Framingham,  
Massachusetts 01701, USA  
=====

Patentansprüche  
=====

- ① Lautsprechersystem mit wenigstens einem Lautsprecher (21)  
in einem Gehäuse mit vorgegebenem inneren Volumen, das  
eine Grundresonanz bei einer ersten Frequenz (37) und  
oberhalb der ersten Frequenz im mittleren Baßbereich eine  
5 zweite Frequenz (38) besitzt, welche wenig Einfluß auf  
den Frequenzgang des Systems hat, wenn sich dieses in  
normaler Wiedergabestellung auf dem Fußboden eines Raumes  
nahe einer Wand des Raumes befindet,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
10 daß eine erste Trennwand das innere Volumen (23) in wenig-  
stens ein erstes Teilvolumen (24) und ein zweites Teil-  
volumen (25) derart teilt, daß der Lautsprecher sich in  
dem ersten Teilvolumen befindet und daß eine Öffnung (26)  
zum Zwecke einer akustischen Verkopplung beider Teilvolu-  
15 mina (24, 25) vorgesehen und derart bemessen und angeord-  
net ist, daß sie eine Resonanz bei einer zwischen der ersten  
Frequenz (37) und der zweiten Frequenz (38) liegenden  
dritten Frequenz bewirkt, durch welche die Amplitude des  
Frequenzganges des Lautsprechersystems in der mittleren  
20 Baßregion unterhalb der zweiten Frequenz (38) und oberhalb  
der ersten Frequenz (37) reduziert wird.
2. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß Mittel vorgesehen sind, durch welche der Lautsprecher  
25 (21) die erste Frequenz (37) derart erzeugt, daß der Fre-  
quenzgang zwischen einer vorgegebenen niedrigen Frequenz  
in der tieferen Baßregion unterhalb der ersten Frequenz (37)  
und der zweiten Frequenz (38) im wesentlichen geradlinig

(uniform) ist, wenn das Lautsprechersystem in normaler Wiedergabestellung auf dem Fußboden eines Raumes gegen eine Wand gerichtet ist.

- 5        3. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein äußeres Verbindungsrohr (27) zum Zwecke der akustischen Verkopplung zwischen dem inneren Volumen (23) und dem äußeren Luftraum außerhalb des Gehäuses vorgesehen ist, derart, daß eine  
10        akustische Masse im Zusammenwirken mit der Elastizität (compliance) des inneren Volumens (23) eine vorausbestimmte Resonanz unterhalb der genannten ersten Grundfrequenz (37) erzeugt.
- 15        4. Lautsprechersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Verbindungsrohr (27) in das zweite Teilvolumen (25) mündet (Fig.3).
- 20        5. Lautsprechersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Verbindungsrohr (27) in das erste Teilvolumen (24) mündet (Fig.4).
- 25        6. Lautsprechersystem nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Teilvolumen (24) wesentlich kleiner ist als das zweite Teilvolumen (25) (Fig.5 und 6).
- 30        7. Lautsprechersystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die akustische Masse durch ein Loch (28) gebildet ist (Fig.6).

### Lautsprechersystem =====

Die vorliegende Erfindung betrifft Lautsprechersysteme im  
allgemeinen und insbesondere neuartige Apparate und Techniken  
zur Verbesserung der Charakteristik im unteren Frequenzbereich  
eines Lautsprechersystems, um eine ausgeglichene Frequenz-  
5 charakteristik bei Aufstellen des Lautsprechersystems in einer  
normalen Wiedergabestellung auf dem Boden an einer Wand eines  
Raumes zu erzielen.

Ein typisches konventionelles Lautsprechersystem besteht aus  
10 einem aufrechtstehenden Gehäuse, das auf den Fußboden gegen  
eine Wand gestellt wird. Dieses Lautsprechersystem kann aus  
einem Tieftonlautsprecher, einem Hochtonlautsprecher und einer  
Frequenzweiche bestehen, die sich in einem geschlossenen oder  
mit Öffnung versehenen Gehäuse befinden und ein definiertes  
15 Luftvolumen aufweisen, um eine im wesentlichen gleichförmige  
Charakteristik im unteren Frequenzbereich im freien Raum zu  
erzielen. Wenn jedoch ein solches Lautsprechersystem in die  
Nähe einer Wand oder auf den Fußboden eines Raumes gestellt  
wird, bleibt die Charakteristik bzw. der Frequenzgang im  
20 oberen Frequenzbereich im wesentlichen unverändert, während  
die Charakteristik im unteren Frequenzbereich angehoben wird.  
Diese Frequenzcharakteristik weist im allgemeinen einen be-  
achtlichen Höcker zwischen der Grundschwingungsfrequenz des  
Lautsprechersystems und einer höheren Frequenz auf, bei wel-  
25 cher der Einfluß der Grenzflächen verschwindet. Dieses uner-  
wünschte Ansteigen der Charakteristik im unteren Frequenz-  
bereich kann durch Anwendung aktiver elektronischer Entzerrer  
verringert bzw. vermieden werden. Die elektronische Entzer-  
rung liefert gute Ergebnisse, ist jedoch sehr kostenaufwendig  
30 und erfordert das Herstellen von Entzerrerstromkreisen in  
den Verstärkerkanälen.

Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, ein verbessertes Lautsprechersystem anzugeben, bei welchem durch einfache kostengünstige konstruktive Maßnahmen die Frequenzcharakteristik des Systems bei normaler Lautsprecheraufstellung im wesentlichen gleichförmig verläuft.

Diese Aufgabe wird bei einem Lautsprechersystem mit wenigstens einem Lautsprecher in einem Gehäuse mit vorgegebenem inneren Volumen, das eine Grundresonanz bei einer ersten Frequenz und oberhalb der ersten Frequenz im mittleren Bassbereich eine zweite Frequenz besitzt, welche wenig Einfluß auf den Frequenzgang des Systems hat, wenn sich dieses in normaler Wiedergabestellung auf dem Fußboden eines Raumes nahe einer Wand des Raumes befindet, durch die im Kennzeichen des Hauptanspruches angegebenen Mittel gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet und werden nachstehend in Verbindung mit den Ausführungsbeispiele der Erfindung darstellenden Figuren beschrieben. In diesen schematisch vereinfacht gezeichneten Figuren sind einander entsprechende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Es zeigt:

- 25 Fig. 1 in isometrischer Darstellung einen Längsschnitt durch ein Lautsprechersystem bekannter Art mit geschlossenem Gehäuse;
- 30 Fig. 2 in isometrischer Darstellung einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher das innere Volumen in zwei Teilvolumina unterteilt ist, die miteinander durch ein innenliegendes Verbindungsrohr verbunden sind;

- 5 Fig. 3 eine Variante des Ausführungsbeispiels der Fig. 2, bei welcher das innere Teilvolumen, das von demjenigen hinter dem Tieftonlautsprecher getrennt ist, ein mit der Außenluft kommunizierendes Verbindungsrohr enthält;
- 10 Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei welchem das mit der Außenluft kommunizierende Verbindungsrohr sich in dem Teilvolumen hinter dem Tieftonlautsprecher befindet;
- 15 Fig. 5 eine Variante des Ausführungsbeispiels nach Fig. 4, in welcher das Teilvolumen hinter dem Tieftonlautsprecher wesentlich geringer ist als das restliche Volumen in dem Gehäuse;
- 20 Fig. 6 eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 5, bei welcher anstelle eines Verbindungsrohres eine Öffnung die beiden inneren Teilvolumina verbindet;
- 25 Fig. 7 in graphischer Darstellung die Amplitude als Funktion der Frequenz mit der typischen Frequenzcharakteristik bekannter Lautsprechersysteme gemäß Fig. 1 mit einer im wesentlichen gleichförmigen Abstrahlcharakteristik in den freien Raum, wenn diese sich in einem Raum auf dem Fußboden befinden und gegen eine nahe Zimmerwand gerichtet sind;
- 30 Fig. 8 in graphischer Darstellung die Frequenzcharakteristik, wenn im tieferen Frequenzbereich die Frequenzkennlinie durch Ändern des Antriebssystems des Lautsprechers gesenkt wird;

- Fig. 9 in graphischer Darstellung die Frequenzcharakteristik, wenn der obere Teil des Kurvenhöckers gemäß der Erfindung reduziert wird;
- 5 Fig. 10 in graphischer Darstellung die gesamte Frequenzcharakteristik eines Lautsprechersystems gemäß der Erfindung, wobei der gesamte Höcker der Frequenzkurve beseitigt ist;
- 10 Fig. 11 eine gemessene Frequenzcharakteristik bei einem bekannten, üblichen Lautsprechersystem, das auf dem Fußboden steht und gegen eine Wand gerichtet ist;
- 15 Fig. 12 eine gemessene Frequenzcharakteristik eines erfindungsgemäßen Lautsprechersystems in gleicher Aufstellung wie bei Messung der Frequenzcharakteristik der Fig. 11.
- 20 Fig. 1 zeigt ein Diagramm eines Lautsprechersystems bekannter Art, bei welchem ein Lautsprecher (Driver) 21 in einem Gehäuse 22 angeordnet ist, das ein umschlossenes Volumen 23 aufweist, so daß ein geschlossener Kasten entsteht, der entsprechend seinen Abmessungen eine im wesentlichen gleichmäßige Freifeldcharakteristik (Abstrahlcharakteristik in den freien
- 25 Raum) bzw. im wesentlichen geradlinigen Frequenzgang im Hörbereich aufweisen kann. Wenn jedoch das Gehäuse 22 in einem typischen Zuhörerraum auf dem Fußboden steht und der Lautsprecher gegen die Wand gerichtet ist, steigt die Kennlinie des Frequenzganges im tieferen Frequenzbereich an, und zwar, wie aus
- 30 Fig. 7 ersichtlich, wesentlich im Frequenzbereich zwischen der Grundschwingungsfrequenz 37 des Systems und einer höheren Frequenz 38, bei welcher die Raumdimensionen keinen Einfluß auf die Frequenzcharakteristik haben. Um die wesentlichen
- 35 Merkmale der vorliegenden Erfindung deutlich hervorzuheben, ist nur ein Lautsprecher 21, und zwar ein Tieftonlautsprecher,

in der Figur dargestellt, wobei selbstverständlich ein typisches Lautsprechersystem mehrere Tieftonlautsprecher und zum Abstrahlen der Energie des hohen Frequenzbereiches einen Hochtonlautsprecher sowie eine Frequenzweiche aufweist, welche  
5 Signale des niedrigeren Frequenzbereiches jedem Tieftonlautsprecher und Signale des höheren Frequenzbereiches den (in der Figur nicht dargestellten) Hochtonlautsprechern zuführt.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Eine  
10 Trennwand 11 unterteilt das innere Volumen des Gehäuses 22 in ein Teilvolumen 24, das an die rückwärtige Oberfläche des Lautsprecherdrivers 21 angrenzt, und in ein Teilvolumen 25, welches vom Teilvolumen 24 durch Trennwand 11 abgetrennt ist. Trennwand 11 ist mit einem inneren Verbindungsrohr 26  
15 versehen, das die beiden Teilvolumina 24 und 25 miteinander verbindet. Das durch akustische Federung charakterisierte Teilvolumen 24 schwingt mit der Luft im inneren Verbindungsrohr 26 mit, welches durch eine akustische Masse charakterisiert ist und ein Absinken der Frequenzkennlinie bewirkt.  
20 Diese Neigung in der Frequenzkurve kann auf den mittleren Baß-Frequenzbereich abgestimmt werden, welcher durch den Fußboden und die nahen Wände bei Frequenz 38 beeinflusst wird und die in Fig. 9 dargestellte Einbuchtung in der Frequenzkennlinie bewirkt.  
25 Durch Erhöhung der Kräftefunktion der Antriebsstruktur für Tieftonlautsprecher 21 (beispielsweise durch Verwendung eines stärkeren Magneten) kann die Kennlinie des Frequenzganges in unmittelbarer Nähe der Grundswingungsresonanz 37 entsprechend  
30 abgesenkt werden, wie in Fig. 8 dargestellt. Gleichzeitig wird die Leistungsfähigkeit des Lautsprechers erhöht. Werden diese beiden Effekte verbunden, so erzeugen sie im wesentlichen die in Fig. 10 dargestellte Frequenzcharakteristik, die im wesentlichen geradlinig ist (siehe den mit 39 bezeichneten



Teil), wenn das Lautsprechergehäuse auf dem Fußboden steht und gegen eine Wand gerichtet ist. Hieraus ergibt sich, daß die gesamte Frequenzcharakteristik im Bereich der niedrigen Frequenzen, also sowohl die Resonanz von 32 bis 50 Hz als  
5 auch der mittlere Baßbereich von 60 - 200 Hz, so geregelt werden können, daß die Kennlinie im wesentlichen gleichförmig ist, wenn das Lautsprechergehäuse auf dem Fußboden eines Raumes gegen die Wand gerichtet in normaler Wiedergabestellung ist.

10 Das innere Verbindungsrohr und die Trennwand haben keinen wesentlichen Einfluß auf die von der äußeren Öffnung bewirkte Resonanz, da die letztere unterhalb der von der inneren Öffnung bewirkten Resonanz liegt und sich das ganze um-  
15 schlossene Volumen wie ein großes Volumen für die von der äußeren Öffnung bewirkte Resonanz verhält.

Fig. 3 zeigt eine Variante des in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiels, welches im Teilvolumen 25 ein äußeres,  
20 mit der Außenluft kommunizierendes Verbindungsrohr 27 aufweist, das wie die Öffnung eines üblichen Lautsprechersystems funktioniert.

Fig. 4 zeigt eine Variante des in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiels, wobei das äußere Verbindungsrohr 27 im  
25 Teilvolumen 24 hinter dem Tieftonlautsprecher 21 angeordnet ist.

Fig. 5 zeigt ein anderes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, in welchem das Teilvolumen 25 bedeutend kleiner ist  
30 als das Teilvolumen 24. Hierdurch wird eine Resonanz mit der im Verbindungsrohr 26 befindlichen Luft am oberen Ende des mittleren Baßfrequenzbereiches hervorgerufen. Trennwand 11' kann daher als Umhüllung ausgebildet sein und den Tieftonlautsprecher 21, wie dargestellt, umgeben.  
35

Fig. 6 zeigt eine Variante des in Fig.5 dargestellten Ausführungsbeispiels, bei welchem ein einfaches Loch 28 das Verbindungsrohr 26 ersetzt. Loch 28 bzw. die darin befindliche Luft weist noch die erforderliche akustische Masse auf, da es wie ein Rohr wirkt mit einer effektiven Länge, die etwa das Vierfache seines Umfanges beträgt.

Für jede der verschiedenen Öffnungen oder Massen kann gleichermaßen ein sogenannter drone cone verwendet werden.

Es hat sich - wie bei den Ausführungsformen nach Fig.5 und 6 - für Sonderfälle als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn das den Lautsprecher 21 enthaltende Teilvervolumen an mehreren Seiten, vorzugsweise an allen Seiten mit Ausnahme der die Schallöffnung des Lautsprechers aufweisenden Seitenwand, vom anderen Teilvervolumen umgeben ist. In Lautsprechersystemen mit mehreren Tieftonlautsprechern kann es günstig sein, einen oder mehrere Tieftonlautsprecher mit einer mit einer Öffnung versehenen Umhüllung (ported cup) zu umgeben, um die gewünschte Frequenzcharakteristik in einer normalen räumlichen Anordnung zu erhalten.

Die Auswirkung der erfindungsgemäßen Verbesserung der Niederfrequenzcharakteristik bei Lautsprechersystemen ist deutlich aus den gemessenen Frequenzkurven der Fig. 11 bzw. Fig. 12 ersichtlich, wobei Fig. 11 für ein konventionelles und Fig. 12 für das erfindungsgemäß verbesserte Lautsprechersystem gilt. Die Messungen wurden jeweils in der gleichen räumlichen Anordnung auf dem Boden stehend und gegen eine Wand gerichtet in einem Zuhörerraum mit nachstehend beschriebenen Parametern durchgeführt:

10.11.81

3144545

- 10 -

	Parameter	konventionell	verbessert	Einheiten (MKS)
	Widerstand			
5	Schwingspule	5,8	5,8	Ohm
	Induktivität			
	Schwingspule	$5 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-4}$	Henry
10	Treibende Kraft	8,75	12,5	Tesla Meter
	Verluste in der			
	Aufhängung	0,55	0,55	M/Nt·S
15	Konusmasse	0,04	0,04	Kg
	Nachgiebigkeit			
	der Aufhängung	$3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-4}$	M/Nt
20	Konusfläche	0,05	0,05	M <sup>2</sup>
	Streuverlust			
	Gehäuse	$3,4 \times 10^{-7}$	$3,4 \times 10^{-7}$	M <sup>3</sup> /Pa·S
25	Öffnungsfläche(n)	0,0046	0,0046	M <sup>2</sup>
	Länge des äußeren			
	Verbindungsrohres	0,2	0,2	M
30	inneres Gesamt-			
	volumen 23	3,4	-	M <sup>3</sup>
	Teilvolumen 24	-	3	M <sup>3</sup>
35	Teilvolumen 25	-	0,4	M <sup>3</sup>
	Länge des inneren			
	Verbindungsrohres	-	0,026	M

10.11.61 3144545

- 11 -

Es wurde eine neuartige Vorrichtung zur Regelung der  
Niederfrequenz-Charakteristik eines Lautsprechersystems  
angegeben, um eine im wesentlichen gleichförmige Frequenz-  
charakteristik zu erzielen, wenn das Lautsprechersystem  
5 sich in normaler Wiedergabestellung auf dem Boden befindet  
und gegen eine Wand gerichtet ist.

12

Leerseite

Nummer:  
 Int. Cl.<sup>3</sup>:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

3144545  
 H04R 1/28  
 10. November 1981  
 12. August 1982

10 11 91

3144545

15

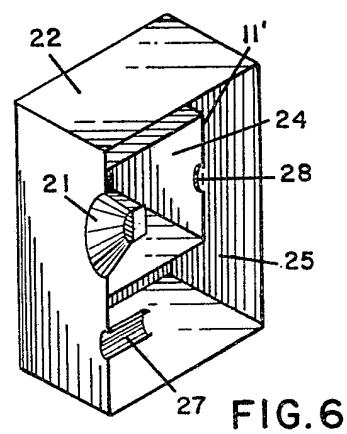
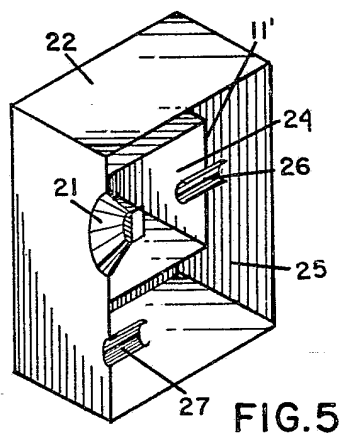
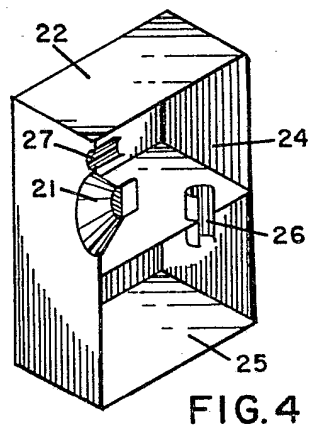
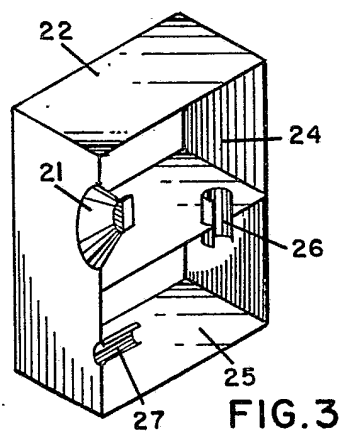
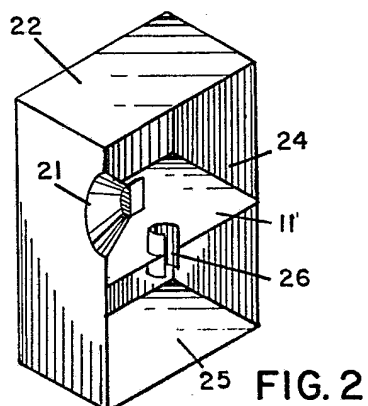
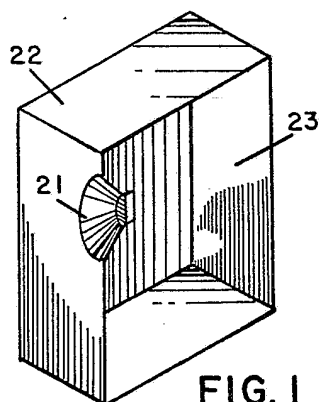


FIG. 7

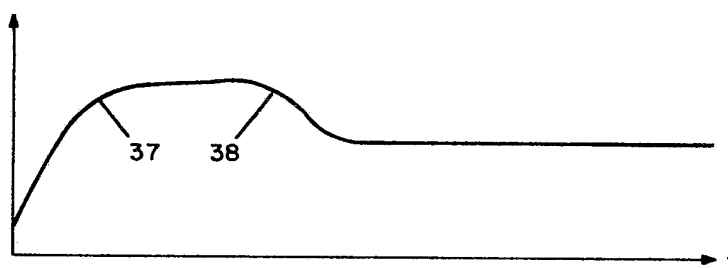


FIG. 8

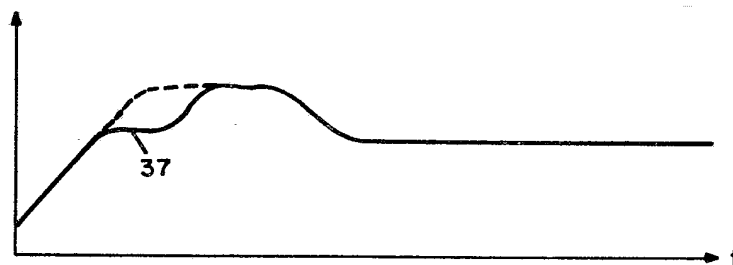


FIG. 9

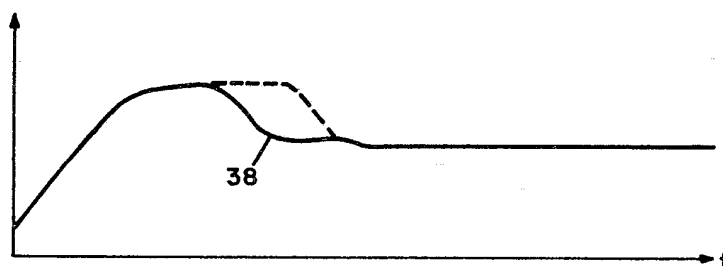
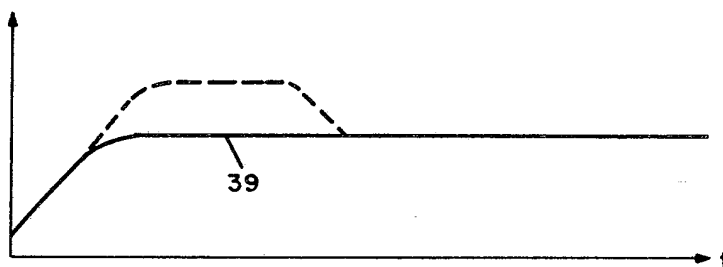


FIG. 10



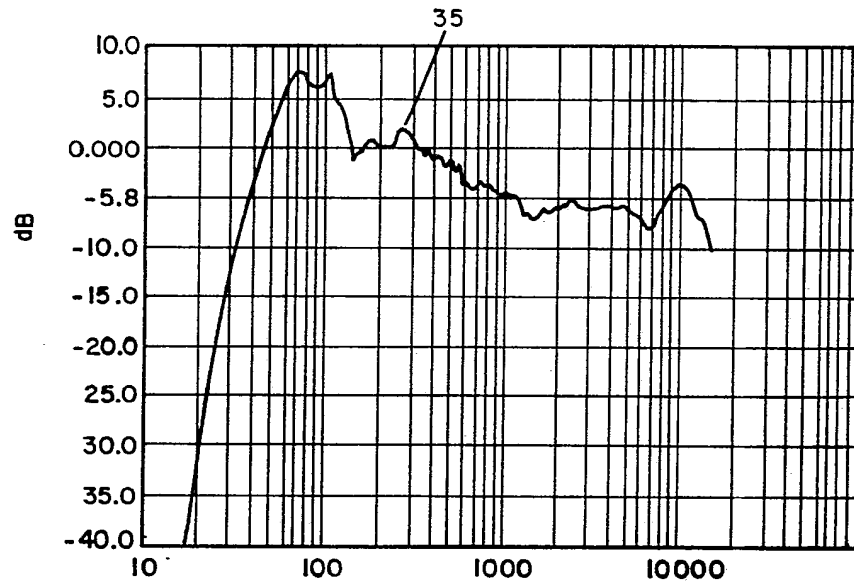


FIG. 11

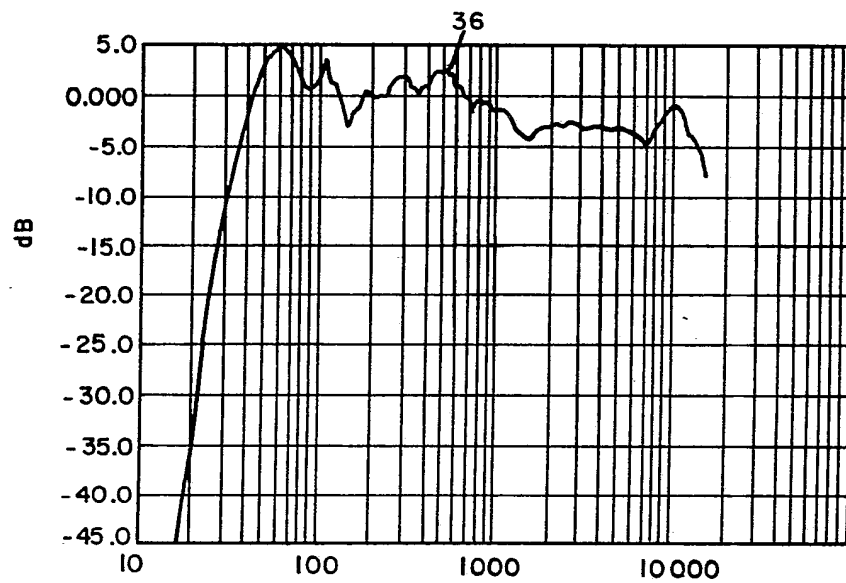


FIG. 12